



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 12 162 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 12 162.4
㉑ Anmeldetag: 14. 4. 93
㉒ Offenlegungstag: 20. 10. 94

⑤① Int. Cl. 5:
G 05 B 13/00
H 02 P 5/00
H 02 K 7/16
B 27 B 33/08
B 28 D 7/00
B 23 Q 15/08
H 02 H 7/08
G 01 P 3/00
G 01 H 1/04
G 01 M 7/02

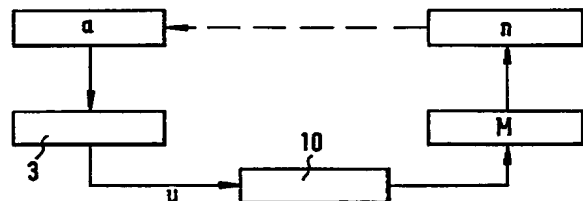
DE 43 12 162 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Doberl, Klaus, Dr.-Ing. Dr., 7016 Gerlingen, DE;
Hachtel, Hansjoerg, Dipl.-Ing. (FH), 7251 Weissach,
DE; Hoelderlin, Andreas, Dr.-Ing. Dr., 7122
Besigheim, DE

⑤④ Elektrowerkzeug mit Sensorführung

⑤⑦ Es wird ein Elektrowerkzeug, insbesondere zum Sägen, Schleifen und Bohren, vorgeschlagen, das mit einem Sensor ausgestattet ist, der nicht nur die Drehzahl des eingespannten Werkzeuges erfaßt, sondern darüber hinaus eine Codierung für das Werkzeug. Des weiteren erfaßt der Sensor Schwingungen, die insbesondere bei einem größeren Sägeblatt auftreten. In Abhängigkeit von der Amplitude der Schwingungen wird die Drehzahl oder die Vorschubgeschwindigkeit des eingespannten Werkzeuges derart verändert, daß die Schwingungen minimal sind (Figur 8).



DE 43 12 162 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Elektrowerkzeug mit einem Sensor nach der Gattung des Hauptanspruchs. Aus der DE-PS 24 07 601 ist schon ein Elektrowerkzeug bekannt, bei dem mittels eines Sensors die Drehzahl erfaßt wird. Das drehzahlabhängige Signal wird einer Steuerung zugeführt, die entsprechende Steuersignale für den Antriebsmotor vorgibt. Allerdings erfolgt die Motorsteuerung lediglich in Abhängigkeit des aufzuwendenden Drehmomentes. Eine Erkennung des eingespannten Werkzeuges und eine davon abhängige Drehzahlsteuerung ist nicht möglich. Des weiteren kann das Problem auftreten, daß beispielsweise bei einer Elektrosäge die Arbeitsqualität und der Arbeitsfortschritt nicht nur von dem verwendeten Werkzeug, d. h. dem verwendeten Sägeblatt, sondern auch von der Schnittgeschwindigkeit und Vorschubgeschwindigkeit entscheidend beeinflussbar ist. Des weiteren neigen Sägeblätter insbesondere mit großem Durchmesser bei Erreichen ihrer Resonanzfrequenz zu Schwingungen am Zahnkranz, so daß dadurch nicht nur die Lebensdauer des Sägeblattes und der gesamten Maschine leidet, sondern auch die Schnittqualität negativ beeinflusst wird. Hinzu kommt, daß bei Erreichen von Resonanzfrequenzen das Elektrowerkzeug unangenehme Geräusche abgibt, die möglichst vermieden werden sollten.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Elektrowerkzeug mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat demgegenüber den Vorteil, daß der Sensor nicht nur das Werkzeug mittels der werkzeugbezogenen Codierungen kontaktlos abtastet und damit erkennt, sondern auch derart ausgebildet ist, daß er gleichzeitig die Drehzahl und insbesondere auch die Schwingungen des Werkzeuges während des Arbeitens erfaßt. Dadurch kann die Steuerung in vorteilhafter Weise die Drehzahl für das Elektrowerkzeug derart vorgeben, daß ein Arbeiten außerhalb der Resonanzbereiche gegeben ist, wobei dennoch mit einem zügigen Arbeitsfortschritt bei guter Schnittqualität gerechnet werden kann.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des Elektrowerkzeugs möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß durch die Erfassung des Werkzeugtyps eine optimale Schnittgüte und/oder Vorschubgeschwindigkeit für die Bearbeitung einer bestimmten Materialart möglich ist. Je nach zu bearbeitendem Material, sei es Holz, Leichtmetall oder Stahl, wird beispielsweise ein entsprechendes Sägeblatt in das Elektrowerkzeug eingespannt. Damit ergeben sich durch die Decodierung des eingespannten Werkzeuges die für die Bearbeitung erforderlichen Parameter.

Als günstige Ausführungsformen für die kontaktlose Abtastung der Werkzeugmarkierungen und Erfassung von Drehzahl und Schwingungen sind optische, magnetische, induktive oder kapazitive Sensoren vorgesehen. Derartige Sensoren arbeiten sehr zuverlässig und sind einfach aufbaubar.

Weitere Vorteile und Verbesserungen sind der Beschreibung entnehmbar.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 die Anordnung des Sensors im Bereich eines Sägeblattes, Fig. 2 eine erste Markierung des Sägeblattes, Fig. 3 zeigt eine zweite Markierung, Fig. 4 zeigt eine dritte Markierung, Fig. 5 zeigt eine vierte Markierung, Fig. 6 zeigt ein Impulsdiagramm, Fig. 7 zeigt ein Schwingungsdiagramm und Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1a zeigt in Draufsicht ein Sägeblatt als Werkzeug 1, bei dem radial eine Markierung 2 angebracht ist. Das Sägeblatt ist mit einer Welle 9 verbunden, die von einem nicht dargestellten Motor M des Elektrowerkzeuges angetrieben wird. Die Markierung 2 ist auf einem Teil des Umfangs des Sägeblattes angeordnet und enthält digital codierte Zeichen, die dem Sägeblatttyp entsprechen. Diese Codierung wird bei Drehung des Sägeblattes in Richtung w von einem gegenüberliegend angeordneten Sensor 3 kontaktlos abgetastet (Fig. 1b).

Fig. 1b zeigt das Sägeblatt in Seitenansicht mit der Anordnung des Sensors 3. Der Sensor 3 weist an seinem dem Sägeblatt zugewandten Ende eine Spule 4 auf, mit der beispielsweise eine induktive oder magnetische Abtastung der Markierung 2 möglich ist. Bei einem insbesondere großen Sägeblattdurchmesser treten Schwingungen auf, wobei das Sägeblatt mehr oder weniger stark an seinem Zahnkranz ausgelenkt wird. In übertriebener Darstellung ist die Auslenkung, d. h. die mechanische Schwingungsamplitude des Sägeblattes mit a bezeichnet. Der Sensor 3 weist nicht dargestellte Leitungen auf, die zu einer Steuerung 10 geführt sind (Fig. 8).

Die Fig. 2 bis 5 zeigen verschiedene Varianten von Markierungen 2, die alternativ auf dem Sägeblatt angeordnet sein können. Beispielsweise enthält gemäß der Fig. 2 die Markierung 2 in bestimmten Abständen einzelnen Vertiefungen oder gemäß der Fig. 3 einzelne erhabene Stellen am Umfang. Bei den Vertiefungen können auch Durchbrüche, also Einstanzungen im Sägeblatt erfolgt sein. Erhöhungen werden beispielsweise durch Auftragen von Materialien gebildet. In den Fig. 4 und 5 sind die Markierungen 2 beispielsweise aus einem nicht ferromagnetischen Material auf das Sägeblatt aufgetragen (Fig. 4) oder in das Sägeblatt eingebettet (Fig. 5). Im letzten Fall entsteht eine glatte Oberfläche des Sägeblattes. Als Markierungen können auch kontrastreiche Farbstoffe verwendet werden, die in der entsprechenden Weise auf das Sägeblatt aufgetragen werden und von einem optischen Sensor abtastbar sind.

Fig. 6 zeigt ein Impulsdiagramm, das beim Abtasten der Markierung 2 mit dem Sensor 3 entsteht. Der Sensor 3 liefert dabei vorteilhaft Spannungsimpulse, wobei jeder Impuls einer Markierung 2 entspricht. Die Markierungen 2 sind derart angeordnet, daß sie beispielsweise Informationen für den Sägeblatttyp, den Zähnezahl, die Art der Zähne und/oder den Durchmesser des Sägeblattes enthalten. Durch Decodieren dieser Informationen erhält damit die Steuerung 10 (Fig. 8) Hinweise für die Steuerung des Motors M. Diese Impulse werden bei jeder Umdrehung des Sägeblattes empfangen, so daß aus der Periodendauer auch die Drehzahl des Werkzeuges 1 ermittelbar ist. Die Periodendauer kann im einfachsten Fall dadurch ermittelt werden, daß nach jeder Umdrehung des Werkzeuges 1 die Zeitspanne bis

zur ersten auftretenden Flanke gemessen wird. Aus der Zeitspanne t ergibt sich nach der Formel

$$n = 60/t$$

die Drehzahl n des Sägeblattes je Minute.

Fig. 7 zeigt ein Schwingungsdiagramm, wie es beispielsweise von dem Sensor 3 gemessen werden kann. Dieses Schwingungsdiagramm zeigt Schwingungen mit unterschiedlichen Amplituden, die während der Umdrehung w des Sägeblattes auftreten. Die unterschiedlichen Amplituden entstehen dadurch, daß der Sensor 3 gleichzeitig mit der Erfassung der Markierungen 2 auch die Schwingungen des Sägeblattes mit der Schwingungsamplitude a aufnimmt. Hohe Amplituden bedeuten dabei, daß die Schwingungsamplitude a groß ist. Würde die Schwingungsdifferenz klein sein, dann wäre auch die Schwingungsamplitude a des Sägeblattes gering. Auf diese Weise läßt sich einfach feststellen, wie stark das Sägeblatt schwingt. Durch Überprüfung der Amplituden des Schwingungsdiagramms kann daher eine Regelgröße für die Einstellung der Drehzahl n gewonnen werden. Die großen Schwingungen entsprechen dabei den Markierungen 2 bzw. der Codierung, wie sie gemäß dem Impulsdiagramm der Fig. 6 decodiert wurden.

Anhand der Fig. 8 wird die Wirkungsweise dieser Anordnung näher erläutert. Ausgehend von der gemessenen Schwingungsamplitude a , die der Sensor 3 empfängt, wird bei einem Umlauf des Sägeblattes die in Fig. 7 diskutierte Schwingungskurve gemessen und der Steuerung 10 zugeführt. Die Steuerung 10 kann dabei als Phasenanschnittsteuerung ausgebildet sein, wie sie beispielsweise aus der DE-PS 24 07 601 bekannt ist. Die Steuerung enthält jedoch einen Speicher, in dem tabellarisch optimale Werte für die verschiedenen Arbeitsbedingungen des Werkzeuges 1 gespeichert sind. Beispielsweise enthält diese Tabelle Drehzahlangaben für ein Sägeblatt mit einer bestimmten Verzahnung, Durchmesser und Schnittgeschwindigkeit. Des weiteren können Informationen bezüglich des Arbeitsvorschubs oder dergleichen enthalten sein. Die verschiedenen Amplituden des gemessenen Schwingungsdiagramms können nun beispielsweise mittels eines oder mehrerer Komparatoren derart erfaßt werden, daß bei Erreichen einer bestimmten Schwingungsamplitude aus der Tabelle unter Berücksichtigung der decodierten Werkzeugparameter ein vorgegebener Drehzahlwert entnommen wird. Die Steuerung bildet daraus den entsprechenden Stromflußwinkel für den Motor M , gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Getriebegangwahl.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, in Abhängigkeit von der Schwingungsamplitude die Drehzahl des Werkzeuges 1 um einen bestimmten, vorgegebenen Faktor zu verändern. Beträgt beispielsweise die Differenz b (Fig. 7) zwischen der normalen Amplitude für die Codierung und der Schwingungsamplitude a ein Volt, dann wird die Drehzahl n beispielsweise um zehn Prozent reduziert oder erhöht. Beträgt die Amplitude beispielsweise zwei Volt, dann wird die Drehzahl um zwanzig Prozent reduziert oder erhöht usw. Die Veränderung erfolgt solange, bis eine minimale Schwingungsamplitude a des Sägeblattes auftritt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, die Schwingungsamplitude a des Werkzeuges 1 auch dadurch zu reduzieren, daß nicht die Drehzahl verändert wird, sondern die Vorschubgeschwindigkeit. Die Änderung der Vorschubgeschwindigkeit erfolgt analog zu den oben genannten Vorschlägen. Dadurch lassen

sich also verschiedene optimale Bearbeitungsparameter für das Elektrowerkzeug vorgeben.

Die Erfindung ist nicht beschränkt auf Sägeblätter als Werkzeuge. Vielmehr ist sie auch anwendbar bei Schleifscheiben, Bohrern, Fräsern oder dergleichen. Besonders vorteilhaft ist dabei die Verwendung in einem Elektrowerkzeug. Da die Resonanzschwingungen insbesondere auch zur Materialermüdung und damit zum Bruch führen können, stellen sie eine potente Gefahr für den Bediener dar, da bei einem Bruch des Werkzeuges 1 gefährliche Verletzungen entstehen können.

Patentansprüche

1. Elektrowerkzeug, insbesondere zum Sägen, Schleifen, Bohren, mit einem Sensor zur Erfassung der Drehzahl und mit einer Steuerung für das Elektrowerkzeug, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (3) im Bereich eines vom Elektrowerkzeug angetriebenen Werkzeuges (1) angeordnet ist und dessen werkzeugbezogene Markierungen (2) als Codierung kontaktlos abtastet, daß der Sensor (3) weiterhin ausgebildet ist, Störungen, vorzugsweise Schwingungen des Werkzeuges (1) während des Arbeitens mit dem Elektrowerkzeug zu erfassen, daß der Sensor (3) die abgetasteten und erfaßten Signale einer Steuerung (10) zuführt und daß die Steuerung (10) aus den zugeführten Signalen die optimalen Bearbeitungsparameter für das Elektrowerkzeug bzw. das Werkzeug vorgibt.
2. Elektrowerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (10) ausgebildet ist, die optimale Drehzahl des Elektrowerkzeuges derart zu wählen, daß bei einem vorgegebenen Werkzeugtyp die Schwingungen des Werkzeuges (1) außerhalb dessen Resonanzfrequenz liegen.
3. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (10) eine optimale Drehzahl vorgibt, die durch den Werkzeugtyp, Materialart, Schnittgüte und/oder Vorschubgeschwindigkeit bestimmt ist.
4. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (3) zur optischen, magnetischen, induktiven oder kapazitiven Abtastung der Markierungen (2) ausgebildet ist.
5. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (10) eine Drehzahl derart vergibt, daß durch Änderung der Vorschubgeschwindigkeit die Schwingungen des Werkzeuges (1) minimiert sind.
6. Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrowerkzeug ein Elektrowerkzeug, vorzugsweise eine Elektrosäge, ist.
7. Sensor für ein Elektrowerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (3) ausgebildet ist, die Drehzahl, Erkennung des Werkzeugtyps und/oder das Auftreten von Störungen zu erfassen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

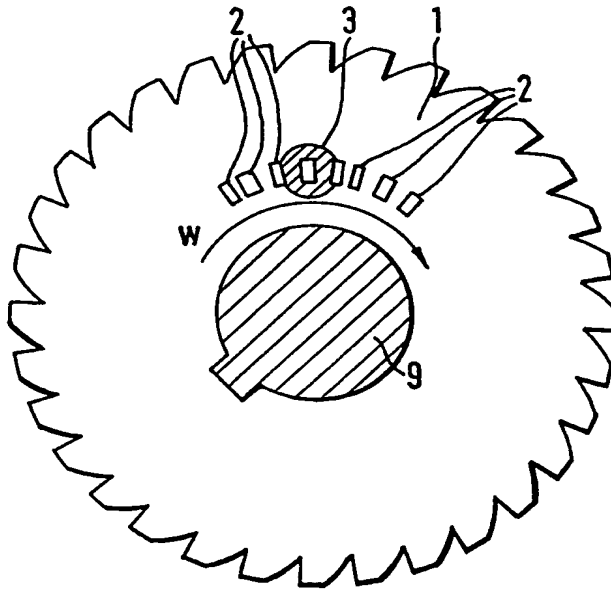


FIG. 1a

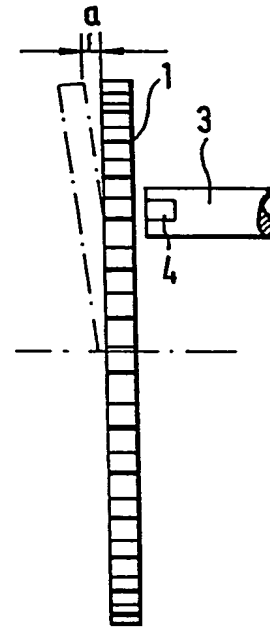


FIG. 1b



FIG. 2

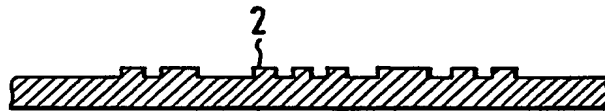


FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5

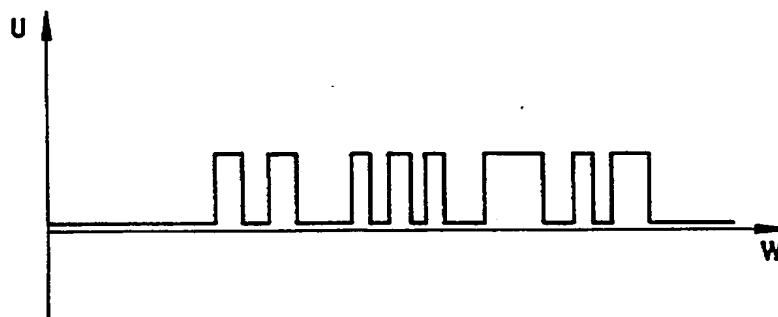


FIG. 6

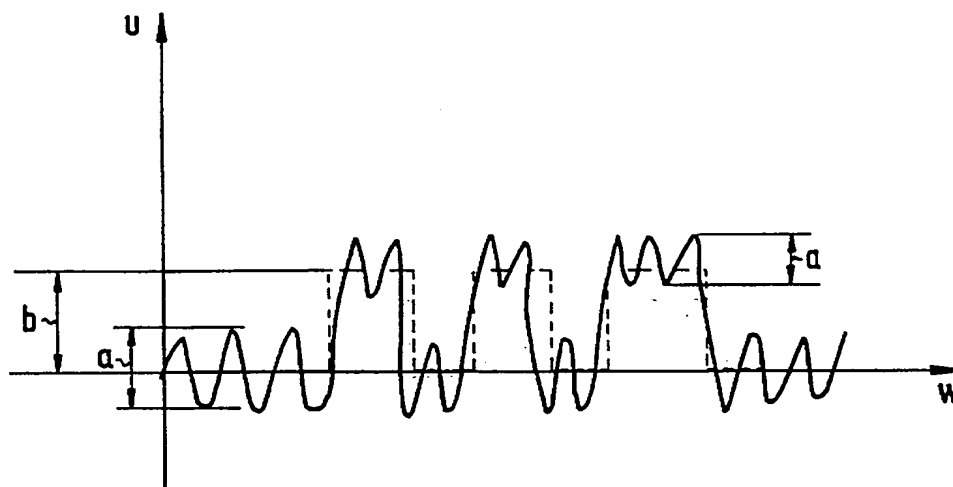


FIG. 7

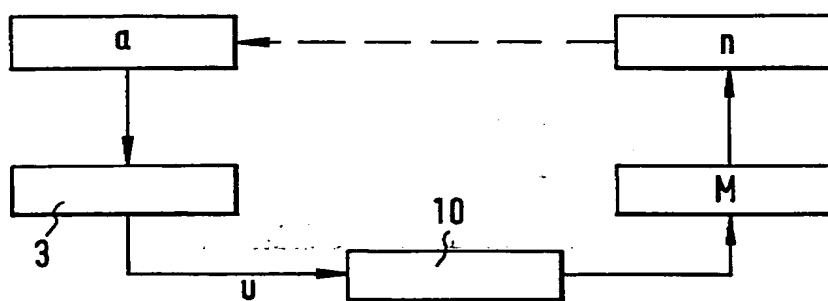


FIG. 8